

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-312254

(43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 08-150002

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 21.05.1996

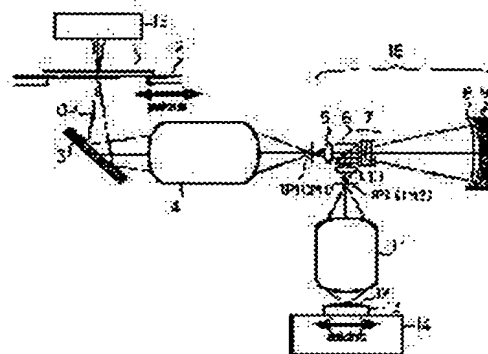
(72)Inventor : TSUJI TOSHIHIKO

## (54) SCANNING EXPOSURE DEVICE AND MANUFACTURE OF DEVICE USING THAT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To contrive miniaturization of a luminous flux split element and a high-resolution scanning exposure by a method wherein a pattern on the surface of a mask is formed on a first imaging surface as a first intermediate image, the first intermediate image is formed on a second imaging surface as a second intermediate image and with the second intermediate image made to image on the surface of a photosensitive substrate, the luminous flux split element is provided in the vicinities of the first and second imaging surfaces.

**SOLUTION:** A first imaging optical system 4 consists of a reducing system having a lens system with a positive refracting power, forms a pattern on the surface of a mask 1 on a first imaging surface IP1 as a first intermediate image IM1 and the luminous flux of this polarized light is condensed by a lens system 5 with a positive refracting power and is incident on a polarization beam splitter 6. The luminous flux of the polarized light is directly led to a concave mirror 9 as a divergent luminous flux by lens systems 7 and 8, the polarized luminous flux rotated at 90 degrees is reflected by the splitter 6 and a second intermediate image IM2 is formed on a second imaging surface IP2 roughly equimultiply through a lens system 10. A third intermediate image is formed from the image IM2 on a photosensitive substrate 12 by a third imaging optical system 11 of the reducing system having the lens system with the positive refractive power.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3352325

[Date of registration] 20.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[JP,09-312254,A]

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] When carrying out projection exposure, moving this mask and this sensitization substrate relatively on a sensitization substrate side, and making the pattern on the mask side illuminated by the flux of light from an illumination system scan according to a projection optical system, The 1st image formation optical system by which this projection optical system forms the pattern on this mask side in the 1st image formation side as the 1st medium image, The scan aligner characterized by having prepared the flux of light division component which has the 2nd image formation optical system which forms this 1st medium image in the 2nd image formation side as the 2nd medium image, and the 3rd image formation optical system which carries out image formation of this 2nd medium image on this sensitization substrate side, and divides the flux of light near this 1st image formation side or the 2nd image formation side.

[Claim 2] Said 1st image formation optical system is the scan aligner of claim 1 characterized by constituting a cutback image formation system with the lens system of forward refractive power, and for said 2nd image formation optical system constituting the lens system of negative refractive power, and an abbreviation actual size image formation system with a concave surface mirror, and said 3rd image formation optical system constituting the cutback image formation system with the lens system of forward refractive power.

[Claim 3] Said flux of light division component is claim 1 or the scan aligner of 2 characterized by consisting of the prism block or the plane-parallel plate.

[Claim 4] Said projection optical system is the scan aligner of claim 1 characterized by constituting the cutback system, synchronizing said mask and said sensitization substrate with the velocity ratio corresponding to the projection scale factor of this projection optical system, making it scan, and carrying out projection exposure.

[Claim 5] The manufacture approach of the device characterized by manufacturing the device using claims 1, 2, and 3 or the scan aligner of 4.

---

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In case this invention is used for a lithography process among the processes which manufacture devices, such as display devices, such as imaging devices, such as semiconductor devices, such as IC and LSI, and CCD, and a liquid crystal panel, and the magnetic head, using the light of a vacuum-ultraviolet field from ultraviolet [ with a wavelength  $\lambda$ , such as excimer laser,  $\lambda$  of 150nm - about 300nm ], concerning the manufacture approach of a device of having used a scan aligner and it, it is suitable.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, high integration of semiconductor devices, such as IC and LSI, is gathering acceleration increasingly, and progress of the ultra-fine processing technology of the semi-conductor wafer accompanying this is also remarkable. The circuit pattern image of a mask (reticle) is formed on a sensitization substrate according to a projection optical system as this ultra-fine processing technology, and the cutback aligner (stepper) which exposes a sensitization substrate by the step-and-repeat method is proposed [ that it is various and ].

[0003] In this stepper, it imprints by carrying out cutback projection of the circuit pattern on reticle through a projection optical system with a predetermined cutback scale factor at the position on a wafer side, and after one projection imprint termination, the step which predetermined carries out amount migration of the stage where the wafer appeared, and imprints again is repeated, and the whole wafer surface is exposed.

[0004] Recently, the aligner of the step using the scanner to which high resolution is acquired and a screen size can be expanded, and a scanning method is proposed [ that it is various and ] among these projection aligners. In the aligner of this step and a scanning method, it has a slit-like exposure field and exposure of a shot is performed by scanning reticle and a wafer. And after scan exposure of one shot is completed, the step of the wafer was carried out to the following shot, and it has started exposure of the following shot. This is repeated and the whole wafer is exposed.

[0005] A twice as many scan aligner, such as having used the reflective projection optical system conventionally, as this is improved, the catadioptric optical system which combined the reflective component and the refraction component with the projection optical system is used, or the scan aligner of the projection formula which carries out the relative scan of both a mask stage and the stage of a sensitization substrate with the velocity ratio according to a cutback scale factor is proposed [ that it is various and ]

using the cutback projection optical system constituted only from a refraction component.

[0006] For example, in JP,63-163319,A, the cutback projection optical system which combined the reflective component and the refraction component is proposed. And the scan exposure method using this projection optical system is announced as a scan aligner of the projection formula of a step & scanning method from SVGL. When it takes into consideration big screen-ization accompanying detailed-izing of IC or LSI, such a scan aligner attracts attention in that big screen-ization can be carried out without giving a load to a projection optical system, and if it is possible to take the large scanning zone of a mask stage and the stage of a sensitization substrate, big screen-ization of it will be theoretically attained to where.

[0007] Drawing 6 is the important section schematic diagram of the conventional scan aligner.

[0008] In this drawing, the mask 101 is being fixed to the mask stage 102 by vacuum adsorption etc. The mask 101 has on space the function which carries out a parallel displacement to right and left, and is controlling the motion by length measuring machines (un-illustrating), such as a laser interferometer. According to the flux of light from the illumination-light study system 112, a mask 101 top is irradiated, and it is condensed by the lens system 103, the flux of light OP with the subject-copy pattern of a mask 101 is reflected by the mirror 104, and it is condensed by the lens system 105, and the flux of light of only a predetermined polarization component passes a polarization beam splitter 106, and is led to the concave surface mirror 108 through lambda/4 plate 107. The flux of light OP reflected by the concave surface mirror 108 passes along lambda/4 plate 107 again, thereby, it reflects by the polarization beam splitter 106 shortly, and the flux of light OP is carrying out image formation of the subject-copy pattern information on a mask 101 on the sensitization substrate 110 through the lens system 109, in order to have the polarization direction rotated 90 degrees to the polarization direction which passed the polarization beam splitter 106.

[0009] The sensitization substrate 110 is fixed to the sensitization substrate stage 111 by vacuum adsorption etc. The sensitization substrate stage 111 has the function which carries out a parallel displacement to right and left on space as well as a mask stage 102, and is controlling the migration by length measuring machines (un-illustrating), such as a laser interferometer, too. the time of scan exposure -- this mask stage 102 and the sensitization substrate stage 111 -- the scale factor of a projection optical system (103-109) -- the big screen field is imprinted to the sensitization substrate 110 by making it move simultaneously at the rate which gave the relative difference of

difference.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the scan aligner using the cutback projection optical system shown in drawing 6 , the flux of light which carries out incidence to the concave surface mirror 108, and the flux of light reflected by the concave surface mirror 108 are separated by using a polarization beam splitter 106. And according to the lens system 109, the flux of light reflected by the concave surface mirror 108 has taken directly the configuration which carries out image formation of the subject-copy pattern information on a mask 101 on the sensitization substrate 110 through the polarization beam splitter 106. For this reason, the path of the flux of light which goes to a polarization beam splitter 106 from the concave surface mirror 108 became large, and there was an inclination which the size of a polarization beam splitter 106 enlarges.

[0011] If a beam splitter [ that it is large-sized as a flux of light division member (large area) ] is generally used, the following troubles will arise.

- Manufacture of \*\* material and homogeneous maintenance of an optical property become difficult.
- The image formation engine performance deteriorates with the heterogeneity of the reflection factor distribution in a beam-splitter side.
- The image formation engine performance deteriorates with the heterogeneity of the absorption coefficient distribution inside a beam splitter.

[0012] Moreover, although the glass thickness of a projection optical system needed to be reduced since the optical absorption of \*\* material was large when the light source which attains to a vacuum ultraviolet from ultraviolet [ with a wavelength  $\lambda$ , such as excimer laser,  $\lambda$  of 150nm - about 300nm ], and emits the light of a wavelength region was used, it was not desirable to use a large-sized beam splitter also from the viewpoint.

[0013] In case this invention carries out reduced projection exposure of the subject-copy pattern on a mask side on a sensitization substrate (wafer) according to a projection optical system, scanning this mask and a sensitization substrate relatively, while it constitutes this projection optical system from two or more image formation optical system set up appropriately Attaining the miniaturization of a flux of light division component by arranging the flux of light division component which divides the flux of light in the location where the diameter of the flux of light in an optical path becomes small It aims at offer of the manufacture approach of the device using the scan aligner and it which can carry out scan exposure of this subject-copy pattern by resolving power high on a wafer side.

[0014]

[Means for Solving the Problem] When carrying out projection exposure, the scan aligner of this invention moving this mask and this sensitization substrate for the pattern on the mask side illuminated by the flux of light from an illumination system (1-1) relatively on a sensitization substrate side according to a projection optical system, and making it scan, The 1st image formation optical system by which this projection optical system forms the pattern on this mask side in the 1st image formation side as the 1st medium image, It has the 2nd image formation optical system which forms this 1st medium image in the 2nd image formation side as the 2nd medium image, and the 3rd image formation optical system which carries out image formation of this 2nd medium image on this sensitization substrate side, and is characterized by having prepared the flux of light division component which divides the flux of light near this 1st image formation side or the 2nd image formation side.

[0015] Especially (1-1-1), said 1st image formation optical system constitutes a cutback image formation system with the lens system of forward refractive power. Said 2nd image formation optical system constitutes the lens system of negative refractive power, and an abbreviation actual size image formation system with a concave surface mirror, and said 3rd image formation optical system constitutes the cutback image formation system with the lens system of forward refractive power, (1-1-2) Said flux of light division component consists of the prism block or the plane-parallel plate, (1-1-3) It is characterized by for said projection optical system constituting the cutback system, synchronizing said mask and said sensitization substrate with the velocity ratio corresponding to the projection scale factor of this projection optical system, making it scan, and carrying out projection exposure etc.

[0016] The manufacture approach of the device of this invention is the above-mentioned requirements for a configuration (1-1), or/and (1-1-1) - (1-1-3). It is characterized by having the phase which imprints a device pattern on a sensitization substrate using a scan aligner given in any 1 term.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the important section schematic diagram of the operation gestalt 1 of the scan aligner of this invention.

[0018] In this drawing, 1 is a mask, and the subject-copy pattern is formed on the field, and it is illuminated by the flux of light of the direct polarization from an illumination system 15. The illumination system 15 has various kinds of optical members, such as a condenser lens for carrying out homogeneity lighting of the light source means and mask 1 which emit the flux of light in a vacuum-ultraviolet field from ultraviolet [ with

a wavelength  $\lambda$ , such as excimer laser,  $\lambda$  of 150nm - about 300nm ].

[0019] The mask 1 is being fixed to the mask stage 2 by vacuum adsorption etc. The mask stage 2 has on space the function which carries out a parallel displacement to right and left, and is controlling the motion by length measuring machines, such as a non-illustrated laser interferometer. 3 is a mirror and carries out the reflective deflection of the flux of light OP from a mask 1. 4 is the 1st image formation optical system, consists of a cutback system with the lens of forward refractive power, and forms the 1st medium image IM 1 in the 1st image formation side IP 1 for the pattern on the 1st page of a mask through a mirror 3.

[0020] Incidence of 5 is carried out to the polarization beam splitter 6 as a flux of light division component which condenses the flux of light from the 1st medium image IM 1 which is the lens system of forward refractive power and was formed in the 1st image formation side IP 1, and consists of a prism block. 7 is a lens system and has the lens of negative refractive power, the polarizing plate,  $\lambda/4$  plate, etc. 8 is the lens system of forward or negative refractive power. The light guide is carried out to the concave surface mirror 9 by lens systems 7 and 8 by making the flux of light of the direct polarization from a polarization beam splitter 6 into the divergence flux of light. The concave surface mirror 9 is carrying out the condensing echo of the flux of light from lens systems 7 and 8.

[0021] A condensing echo is carried out by the concave surface mirror 9, since the polarization condition serves as the polarization flux of light rotated 90 degrees, it reflects by the polarization beam splitter 6, and incidence of the flux of light which passed lens systems 8 and 7 is carried out to the lens system 10 this time. The 2nd medium image IM 2 is formed in the 2nd image formation side IP 2 at abbreviation actual size from the 1st medium image formed in the 1st image formation side IP 1 by the flux of light which passed the lens system 10. Lens systems 5, 7, 8, and 10 and the concave surface mirror 9 constitute an element of the 2nd image formation optical system 16 of unit systems.

[0022] 11 is the 3rd image formation optical system, consists of a cutback system with the lens system of forward refractive power, and forms the 3rd medium image on the sensitization substrate (wafer) 12 which applied the resist from the 2nd medium image formed in the 2nd image formation side IP 2. The 1st, 2nd, and 3rd image formation optical system 4, 16, and 11 constitutes an element of a projection optical system.

[0023] 13 is a holder and holds the sensitization substrate 12 by vacuum adsorption. 14 is a sensitization substrate stage and is laying the holder 13. The sensitization substrate stage 14 has the function which carries out a parallel displacement to right

and left on the space which is this direction synchronizing with a mask stage 2, and is controlling the migration by length measuring machines, such as a non-illustrated laser interferometer, too.

[0024] With this operation gestalt, a polarization beam splitter 6 is arranged between the lens systems 5 and lens systems 7 to which the diameter of the flux of light becomes comparatively small in the optical path between the 1st image formation side IP 1 and the 2nd image formation side IP 2, and the miniaturization of a polarization beam splitter 6 is in drawing by this. Moreover, by producing the aberration to which the above-mentioned aberration and a sign reversed many aberration produced in the 1st image formation optical system 4 and the 3rd image formation optical system 11 according to the 2nd image formation optical system 16, the PETTSU bar sum is decreased and the flat image surface is formed substantially.

[0025] the actual scan exposure in this operation gestalt -- a mask stage 2 and the sensitization substrate stage 14 -- the cutback scale factor of the whole projection optical system -- the scan exposure imprint of the pattern of the big screen field on the 1st page of a mask is carried out at the sensitization substrate 12 by making it move simultaneously at the rate which only difference gave the relative difference.

[0026] In this operation gestalt, as for the cutback projection scale factor N as the whole projection optical system, it is desirable that it is between  $1/2 - 1/20$ , and it is setting it to one fourth as a whole with this operation gestalt. In this case, in the cutback scale factor of the 1st image formation optical system 4, the cutback scale factor of a 1/2 twice as many abbreviation as this and the 2nd image formation optical system 16 is considering the cutback scale factor of abbreviation actual size and the 3rd image formation optical system 11 as a 1/2 twice as many abbreviation as this. Therefore, when NA by the side of an image is 0.6, the 2nd image formation optical system 16 is committed as abbreviation actual size image formation of  $NA=0.3$ , and NA by the side of a mask serves as abbreviation 0.15.

[0027] The above-mentioned cutback scale factor N can be changed into the cutback scale factor of other arbitration as a whole, without spoiling optical-character ability by changing the cutback scale factor of said 1st and 3rd image formation optical system.

[0028] Moreover, in this operation gestalt, including the forward dioptric lens component, the 2nd image formation optical system 16 is considering as the configuration in which the 3rd image formation optical system's 11 contains the forward dioptric lens component including the lieberkuhn and a negative dioptric lens component, and the 1st image formation optical system 4 has compensated the PETTSU bar sum between each image formation optical system in the whole system, and is



performing amendment of a curvature of field, and amendment of chromatic aberration good. Moreover, the aberration (coma etc.) which can be amended by each image formation optical system is amended according to an individual as a matter of course.

[0029] In addition, you may constitute from a beam splitter which consists of a half mirror instead of a polarization beam splitter 6 using the flux of light which does not have a polarization property as illumination light from an illumination system 15 in this operation gestalt.

[0030] Drawing 2 is the important section schematic diagram of the operation gestalt 2 of this invention.

[0031] It differs in that the polarization beam splitter 21 which consists of a plane-parallel plate as a flux of light division component instead of the polarization beam splitter to which this operation gestalt changes from a prism block compared with the operation gestalt 1 of drawing 1 is used, and other configurations are the same.

[0032] According to this operation gestalt, the polarization beam splitter was transposed to the small parallel plate 21, and the effectiveness that a fabrication is easy and reduction-ization of a cost cut and glass thickness can moreover be measured by this has been acquired.

[0033] Drawing 3 is the important section schematic diagram of the operation gestalt 3 of this invention.

[0034] This operation gestalt should be carrying out cutback formation of the 1st medium image IM 1 for the pattern on the 1st page of a mask in the 1st image formation side IP 1 compared with the operation gestalt 1 of drawing 1 according to the 1st image formation optical system 4 which has the lens system 30 of forward (a1) refractive power, the lens system 31 of negative refractive power, and the lens system 32 of forward refractive power.

[0035] (a2) the lens system 8 of negative refractive power, and the 2nd image formation optical system which has the concave surface mirror 9 -- the 1st medium image IM 1 of the 1st image formation side IP 1 -- the 1st image formation side IP 1 and abbreviation -- carry out actual size formation of the 2nd medium image IM 2 in the 2nd image formation side IP 2 of the same location.

[0036] (a3) Carry out cutback formation of the 3rd medium image on the 12th page of a sensitization substrate by the 3rd image formation optical system 11 which has a lens system 33, the lens system 34 of negative refractive power, and the lens system 35 of forward refractive power for the 2nd medium image of the 2nd image formation side IP 2.

[0037] (a4) Form the polarization beam splitter 32 into the optical path between the lens

systems 31 and lens systems 33 which constitute the 1st image formation optical system 4 (inside of the optical path between the lens systems 33 and lens systems 34 which constitute the 3rd image formation optical system 11).

It gets down that it is \*\*\*\*\* and other configurations are the same. With this operation gestalt, the same effectiveness as the operation gestalt 1 has been acquired by the above configurations.

[0038] Next, the operation gestalt of the manufacture approach of a device of having used the scan aligner which gave [ above-mentioned ] explanation is explained.

[0039] Drawing 4 is the flow chart [ semiconductor devices / (semiconductor chips, such as IC and LSI, or a liquid crystal panel, CCD etc.) ] of manufacture.

[0040] In this operation gestalt, the circuit design of a semiconductor device is performed at step 1 (circuit design). The mask in which the designed circuit pattern was formed is manufactured at step 2 (mask fabrication).

[0041] On the other hand, at step 3 (wafer manufacture), a wafer is manufactured using ingredients, such as silicon. Step 4 (wafer process) is called a before process, and forms a actual circuit on a wafer with a lithography technique using said mask and wafer which were prepared.

[0042] The following step 5 (assembly) is called an after process, is a process semiconductor-chip-ized using the wafer produced by step 4, and includes processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure). At step 6 (inspection), the check test of the semiconductor device produced at step 5 of operation, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (step 7).

[0043] Drawing 5 is the detailed flow chart of the wafer process of the above-mentioned step 4.

[0044] At step 11 (oxidation), the front face of a wafer is oxidized first. An insulator layer is formed in a wafer front face at step 12 (CVD). At step 13 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at step 14 (ion implantation). A sensitization agent is applied to a wafer at step 15 (resist processing). At step 16 (exposure), printing exposure of the circuit pattern of a mask is carried out with said explained aligner at a wafer.

[0045] The exposed wafer is developed at step 17 (development). Parts other than the developed resist are shaved off at step 18 (etching). The resist which etching ended and became unnecessary is removed at step 19 (resist exfoliation). A circuit pattern is formed on a wafer by carrying out by repeating these steps multiplex.

[0046] In addition, if the manufacture approach of this operation gestalt is used, the

device of a high degree of integration can be manufactured easily.

[0047]

[Effect of the Invention] In case reduced projection exposure of this mask and the sensitization substrate is carried out according to this invention, scanning the subject-copy pattern on a mask side relatively on a sensitization substrate (wafer) according to a projection optical system as mentioned above While constituting this projection optical system from two or more image formation optical system set up appropriately Attaining the miniaturization of a flux of light division component by arranging the flux of light division component which divides the flux of light in the location where the diameter of the flux of light in an optical path becomes small The manufacture approach of the device using the scan aligner and it which can carry out scan exposure of this subject-copy pattern by resolving power high on a wafer side can be attained.

[0048] The 1st image formation optical system which forms the 1st medium image of a subject-copy pattern for a projection optical system especially according to the scan aligner of this invention, By constituting from 2nd image formation optical system which forms the 2nd medium image from the 1st medium image, and 3rd image formation optical system which carries out image formation on said sensitization substrate from the 2nd medium image, and preparing a beam splitter near the 1st or 2nd medium image Reduction-ization of the total thickness of an image formation engine-performance improvement and a projection optical system by the miniaturization of a beam splitter is attained.

[0049] Moreover, it is made easy that said 2nd image formation optical system is considering as the configuration of an abbreviation actual size image formation system including the lens system of the lieberkuhn and negative refractive power, amends substantially aberration including the chromatic aberration produced in said 1st and 3rd image formation optical system good, and carries out scan exposure of the projection image of a mask for a predetermined projection scale factor on a sensitization substrate.

---

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The important section schematic diagram of the operation gestalt 1 of this invention

[Drawing 2] The important section schematic diagram of the operation gestalt 2 of this

invention

[Drawing 3] The important section schematic diagram of the operation gestalt 3 of this invention

[Drawing 4] The flow chart of the manufacture approach of the device of this invention

[Drawing 5] The flow chart of the manufacture approach of the device of this invention

[Drawing 6] The important section schematic diagram of the conventional scan aligner

[Description of Notations]

1 Mask

2 Mask Stage

3 Mirror

4 1st Image Formation Optical System

5 Lens System

6, 21, 32 Flux of light division component

7 Optical System Containing Polarizing Plate and Lambda/4 Plate

8 Lens System

9 Concave Mirror

10 Lens System

11 3rd Image Formation Optical System

12 Sensitization Substrate (Wafer)

13 Sensitization Substrate Holder

14 Sensitization Substrate Stage

15 Illumination System

16 2nd Image Formation Optical System

31, 33, 34 Lens system

---

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-312254

(43)公開日 平成9年(1997)12月2日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 8
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-150002

(22)出願日 平成8年(1996)5月21日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 辻 俊彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

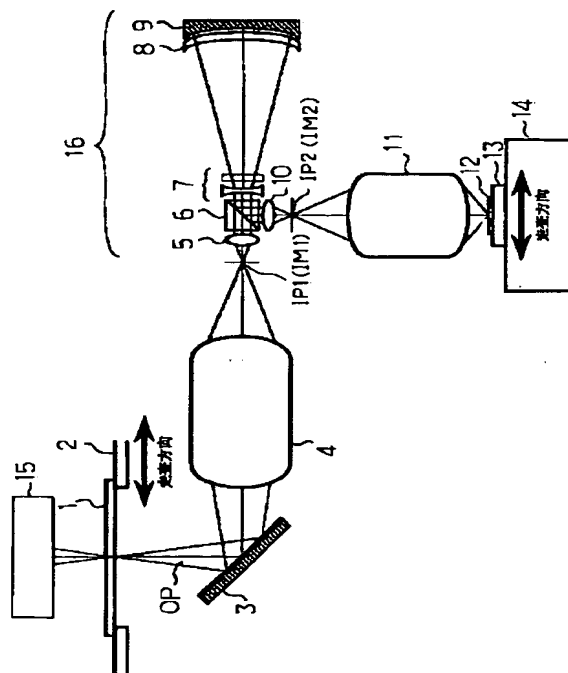
(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】 走査露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法

(57)【要約】

【課題】 投影光学系を複数の結像光学系で構成するとともに光束分割素子を光路中の適切な位置に設けることによって高集積度のデバイスを容易に製作することができる走査露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を得ること。

【解決手段】 照明系からの光束で照明したマスク面上のパターンを投影光学系によって感光基板面上に該マスクと該感光基板とを相対的に移動させて走査させながら投影露光する際、該投影光学系は該マスク面上のパターンを第1結像面に第1中間像として形成する第1結像光学系、該第1中間像を第2結像面に第2中間像として形成する第2結像光学系、そして該第2中間像を該感光基板面上に結像させる第3結像光学系を有しており、該第1結像面又は第2結像面近傍に光束を分割する光束分割素子を設けていること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明系からの光束で照明したマスク面上のパターンを投影光学系によって感光基板面上に該マスクと該感光基板とを相対的に移動させて走査させながら投影露光する際、該投影光学系は該マスク面上のパターンを第1結像面に第1中間像として形成する第1結像光学系、該第1中間像を第2結像面に第2中間像として形成する第2結像光学系、そして該第2中間像を該感光基板面上に結像させる第3結像光学系を有しており、該第1結像面又は第2結像面近傍に光束を分割する光束分割素子を設けていることを特徴とする走査露光装置。

【請求項2】 前記第1結像光学系は正の屈折力のレンズ系を有した縮小結像系を構成し、前記第2結像光学系は負の屈折力のレンズ系と凹面ミラーを有した略等倍結像系を構成し、前記第3結像光学系は正の屈折力のレンズ系を有した縮小結像系を構成していることを特徴とする請求項1の走査露光装置。

【請求項3】 前記光束分割素子はプリズムブロック又は平行平板より成っていることを特徴とする請求項1又は2の走査露光装置。

【請求項4】 前記投影光学系は縮小系を構成しており、前記マスクと前記感光基板を該投影光学系の投影倍率に対応した速度比で同期させて走査させて投影露光していることを特徴とする請求項1の走査露光装置。

【請求項5】 請求項1、2、3又は4の走査露光装置を用いてデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は走査露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法に関し、例えばエキシマレーザ等の波長150nm～300nm程度の紫外から真空紫外領域の光を利用してICやLSI等の半導体デバイスやCCD等の撮像デバイスや液晶パネル等の表示デバイスや磁気ヘッド等のデバイスを製造する工程のうちリソグラフィー工程に使用される際に好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、IC、LSI等の半導体デバイスの高集積化がますます加速度を増しており、これに伴う半導体ウエハの微細加工技術の進展も著しい。この微細加工技術としてマスク（レチクル）の回路パターン像を投影光学系により感光基板上に形成し、感光基板をステップアンドリピート方式で露光する縮小露光装置（ステッパー）が種々と提案されている。

【0003】 このステッパーにおいては、レチクル上の回路パターンを所定の縮小倍率を持った投影光学系を介してウエハ面上の所定の位置に縮小投影して転写を行い、1回の投影転写終了後、ウエハが載ったステージを所定の量移動して再び転写を行うステップを繰り返して

ウエハ全面の露光を行っている。

【0004】 これらの投影露光装置のうち最近では高解像力が得られ、且つ画面サイズを拡大できる走査機構を用いたステップアンドスキャン方式の露光装置が種々と提案されている。このステップアンドスキャン方式の露光装置ではスリット状の露光領域を有し、ショットの露光はレチクルとウエハとを走査することにより行っている。そして1つのショットの走査露光が終了すると、ウエハは次のショットにステップし、次のショットの露光を開始している。これを繰り返してウエハ全体の露光を行っている。

【0005】 従来より反射投影光学系を用いた等倍の走査露光装置を改良し、投影光学系に反射素子と屈折素子を組み合わせたカタディオプトリック光学系を用いたり、あるいは屈折素子のみで構成した縮小投影光学系を用いて、マスクステージと感光基板のステージとの両方を縮小倍率に応じた速度比で相対走査する投影式の走査露光装置が種々と提案されている。

【0006】 例えば特開昭63-163319号公報では、反射素子と屈折素子とを組み合わせた縮小投影光学系が提案されている。そしてこの投影光学系を用いた走査露光方式がS V G L社からステップ&スキャン方式の投影式の走査露光装置として発表されている。このような走査露光装置は、ICやLSIの微細化に伴う大画面化を考慮した場合、投影光学系に負荷を与えずに大画面化を実施できる点で注目されており、マスクステージと感光基板のステージの走査範囲を大きくとることが可能であれば、理論的にはどこまでも大画面化が可能となる。

【0007】 図6は従来の走査露光装置の要部概略図である。

【0008】 同図において、マスク101はマスクステージ102に真空吸着などで固定されている。マスク101は紙面上で左右に平行移動する機能を有しており、レーザ干渉計等の測長器（不図示）でその動きを制御している。照明光学系112からの光束によってマスク101上を照射し、マスク101の原画パターンを有した光束OPはレンズ系103で集光され、ミラー104で反射し、レンズ系105で集光され、所定の偏光成分のみの光束が偏光ビームスプリッタ106を通過し、 $\lambda/4$ 板107を経て凹面ミラー108に導かれる。凹面ミラー108で反射した光束OPは再び $\lambda/4$ 板107を通り、これにより光束OPは偏光ビームスプリッタ106を通過した偏光方向に対して90度回転した偏光方向を持つようになる為、今度は偏光ビームスプリッタ106で反射し、レンズ系109を経て感光基板110上にマスク101の原画パターン情報を結像している。

【0009】 感光基板110は感光基板ステージ111に真空吸着などで固定している。感光基板ステージ111はマスクステージ102と同様に紙面上で左右に平行

移動する機能を持ち、その移動はやはりレーザ干渉計等の測長器（不図示）で制御している。走査露光の際には、このマスクステージ102と感光基板ステージ111を、投影光学系（103～109）の倍率差分の相対差を持たせた速度で同時に移動させることにより、大画面領域を感光基板110に転写している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】図6に示す縮小投影光学系を用いた走査露光装置においては、偏光ビームスプリッター106を使用することにより凹面ミラー108に入射する光束とその凹面ミラー108に反射される光束とを分離している。そして凹面ミラー108で反射された光束が偏光ビームスプリッター106を介してレンズ系109により、直接、感光基板110上にマスク101の原画パターン情報を結像させる構成をとっている。この為、凹面ミラー108から偏光ビームスプリッター106に向かう光束の径が大きくなり、偏光ビームスプリッター106のサイズが大型化する傾向があった。

【0011】一般に、光束分割部材として大型（大面積）のビームスプリッターを用いると、次のような問題点が生じてくる。

- ・硝材の製造や光学特性の均一性の保持が困難となる。
- ・ビームスプリッター面における反射率分布の不均一性により結像性能が劣化してくる。
- ・ビームスプリッター内部の吸収率分布の不均一性により結像性能が劣化してくる。

【0012】又、エキシマレーザ等の波長150nm～300nm程度の紫外から真空紫外に及び波長域の光を放射する光源を用いた場合には、硝材の光吸収が大きい為、投影光学系の硝材厚を低減させる必要があるが、その観点からも大型のビームスプリッターを使用することは好ましいことではなかった。

【0013】本発明はマスク面上の原画パターンを投影光学系により感光基板（ウエハ）上に該マスクと感光基板を相対的に走査しながら縮小投影露光する際に、該投影光学系を適切に設定した複数の結像光学系で構成するとともに、光束を分割する光束分割素子を光路中の光束径が小さくなる位置に配置することによって光束分割素子の小型化を図りつつ、該原画パターンをウエハ面上に高い解像力で走査露光することのできる走査露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法の提供を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の走査露光装置は、

（1-1）照明系からの光束で照明したマスク面上のパターンを投影光学系によって感光基板面上に該マスクと該感光基板とを相対的に移動させて走査させながら投影露光する際、該投影光学系は該マスク面上のパターンを

第1結像面に第1中間像として形成する第1結像光学系、該第1中間像を第2結像面に第2中間像として形成する第2結像光学系、そして該第2中間像を該感光基板面上に結像させる第3結像光学系を有しており、該第1結像面又は第2結像面近傍に光束を分割する光束分割素子を設けていることを特徴としている。

【0015】特に、(1-1-1) 前記第1結像光学系は正の屈折力のレンズ系を有した縮小結像系を構成し、前記第2結像光学系は負の屈折力のレンズ系と凹面ミラーを有した略等倍結像系を構成し、前記第3結像光学系は正の屈折力のレンズ系を有した縮小結像系を構成していること、(1-1-2) 前記光束分割素子はプリズムブロック又は平行平板より成っていること、(1-1-3) 前記投影光学系は縮小系を構成しており、前記マスクと前記感光基板を該投影光学系の投影倍率に対応した速度比で同期させて走査させて投影露光していること等を特徴としている。

【0016】本発明のデバイスの製造方法は、前述の構成要件（1-1）又は／及び(1-1-1)～(1-1-3)のいずれか1項記載の走査露光装置を用いてデバイスパターンを感光基板面上に転写する段階を有することを特徴としている。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は本発明の走査露光装置の実施形態1の要部概略図である。

【0018】同図において、1はマスクであり、その面上には原画パターンが形成されており、照明系15からの直接偏光の光束で照明されている。照明系15はエキシマレーザ等の波長150nm～300nm程度の紫外から真空紫外領域における光束を放射する光源手段やマスク1を均一照明する為のコンデンサーレンズ等の各種の光学部材を有している。

【0019】マスク1はマスクステージ2に真空吸着などで固定されている。マスクステージ2は紙面上で左右に平行移動する機能を有しており、不図示のレーザ干渉計等の測長器でその動きを制御している。3はミラーであり、マスク1からの光束OPを反射偏向させている。4は第1結像光学系であり、正の屈折力のレンズを有した縮小系より成り、マスク1面上のパターンをミラー3を介して第1結像面IP1に第1中間像IM1を形成している。

【0020】5は正の屈折力のレンズ系であり、第1結像面IP1に形成した第1中間像IM1からの光束を集光してプリズムブロックより成る光束分割素子としての偏光ビームスプリッター6に入射させている。7はレンズ系であり、負の屈折力のレンズ、偏光板そしてλ/4板等を有している。8は正又は負の屈折力のレンズ系である。レンズ系7、8で偏光ビームスプリッター6からの直接偏光の光束を発散光束として凹面ミラー9に導光している。凹面ミラー9はレンズ系7、8からの光束を

集光反射している。

【0021】凹面ミラー9で集光反射し、レンズ系8、7を通過した光束は偏光状態が90度回転した偏光光束となっている為に、今度は偏光ビームスプリッター6で反射してレンズ系10に入射している。レンズ系10を通過した光束で第1結像面IP1に形成した第1中間像より第2結像面IP2に第2中間像IM2を略等倍に形成している。レンズ系5、7、8、10そして凹面ミラー9は等倍系の第2結像光学系16の一要素を構成している。

【0022】11は第3結像光学系であり、正の屈折力のレンズ系を有した縮小系より成り、第2結像面IP2に形成した第2中間像よりレジストを塗布した感光基板（ウエハ）12上に第3中間像を形成している。第1、第2、第3結像光学系4、16、11は投影光学系の一要素を構成している。

【0023】13は保持具であり、感光基板12を真空吸着により保持している。14は感光基板ステージであり保持具13を載置している。感光基板ステージ14はマスクステージ2と同期して同方向である紙面上で左右に平行移動する機能を持ち、その移動はやはり不図示のレーザ干渉計等の測長器で制御している。

【0024】本実施形態では偏光ビームスプリッター6を第1結像面IP1と第2結像面IP2との間の光路中で、光束径が比較的小さくなるレンズ系5とレンズ系7との間に配置し、これによって偏光ビームスプリッター6の小型化を図っている。又、第1結像光学系4及び第3結像光学系11で生じる諸収差を、第2結像光学系16により上記収差と符号が反転した収差を生じさせることで、ベッツバル和を減少させて実質的に平坦な像面を形成している。

【0025】本実施形態における実際の走査露光では、マスクステージ2と感光基板ステージ14を、投影光学系全体の縮小倍率差分だけ相対差を持たせた速度で同時に移動させることにより、マスク1面上の大画面領域のパターンを感光基板12に走査露光転写している。

【0026】本実施形態において、投影光学系全体としての縮小投影倍率Nは $1/2 \sim 1/20$ の間にあることが望ましく、本実施形態では全体として $1/4$ としている。この場合、第1結像光学系4の縮小倍率は略 $1/2$ 倍、第2結像光学系16の縮小倍率は略等倍、第3結像光学系11の縮小倍率は略 $1/2$ 倍としている。従って、像側のNAが0.6の場合、第2結像光学系16は $NA=0.3$ の略等倍結像として働き、マスク側のNAは略0.15となっている。

【0027】上記の縮小倍率Nは、前記第1及び第3結像光学系の縮小倍率を変更することにより、光学性能を損なうことなく、全体として他の任意の縮小倍率に変更することが可能である。

【0028】また本実施形態においては、第1結像光学

系4は正の屈折レンズ成分を含み、第2結像光学系16は凹面反射鏡と負の屈折レンズ成分を含み、第3結像光学系11は正の屈折レンズ成分を含んでいる構成とすることで、全系において各結像光学系間のベッツバル和を補償しており、像面湾曲の補正及び色収差の補正を良好に行なっている。又、各結像光学系で補正できる収差（コマ等）は、当然のこととして個別に補正している。

【0029】尚、本実施形態において照明系15からの照明光として偏光特性のない光束を用いて偏光ビームスプリッター6の代わりにハーフミラーから成るビームスプリッターより構成しても良い。

【0030】図2は本発明の実施形態2の要部概略図である。

【0031】本実施形態は図1の実施形態1に比べてプリズムブロックより成る偏光ビームスプリッターの代わりに光束分割素子として平行平板から成る偏光ビームスプリッター21を用いている点が異なっており、その他の構成は同じである。

【0032】本実施形態によれば、偏光ビームスプリッターを小型の平行平板21に置き換え、これによって製作が容易で、しかもコストダウンと硝材厚の低減化を計れるという効果を得ている。

【0033】図3は本発明の実施形態3の要部概略図である。

【0034】本実施形態は図1の実施形態1に比べて、（a1）正の屈折力のレンズ系30、負の屈折力のレンズ系31、そして正の屈折力のレンズ系32を有する第1結像光学系4によってマスク1面上のパターンを第1結像面IP1に第1中間像IM1を縮小形成していること。

【0035】（a2）負の屈折力のレンズ系8と凹面ミラー9を有する第2結像光学系で第1結像面IP1の第1中間像IM1を第1結像面IP1と略同じ位置の第2結像面IP2に第2中間像IM2を等倍形成していること。

【0036】（a3）第2結像面IP2の第2中間像をレンズ系33、負の屈折力のレンズ系34、そして正の屈折力のレンズ系35を有する第3結像光学系11で感光基板12面上に第3中間像を縮小形成していること。

【0037】（a4）第1結像光学系4を構成するレンズ系31とレンズ系33との間の光路中（第3結像光学系11を構成するレンズ系33とレンズ系34との間の光路中）に偏光ビームスプリッター32を設けていること。

が異なっており、その他の構成は同じである。本実施形態では以上のような構成により実施形態1と同様の効果を得ている。

【0038】次に上記説明した走査露光装置を利用したデバイスの製造方法の実施形態を説明する。

【0039】図4は半導体デバイス（ICやLSI等の



半導体チップ、或いは液晶パネルやCCD等)の製造のフローチャートである。

【0040】本実施形態において、ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0041】一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、前記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0042】次のステップ5(組立)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0043】図5は上記ステップ4のウエハプロセスの詳細なフローチャートである。

【0044】まずステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0045】ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0046】尚、本実施形態の製造方法を用いれば、高集積度のデバイスを容易に製造することができる。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、マスク面上の原画パターンを投影光学系により感光基板(ウエハ)上に該マスクと感光基板を相対的に走査しながら縮小投影露光する際に、該投影光学系を適切に設定した複数の結像光学系で構成するとともに、光束を分割する光束分割素子を光路中の光束径が小さくなる位置に配置することによって光束分割素子の小型化を図りつつ、該原

画パターンをウエハ面上に高い解像力で走査露光することのできる走査露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を達成することができる。

【0048】特に本発明の走査露光装置によれば、投影光学系を原画パターンの第1中間像を形成する第1結像光学系と、第1中間像から第2中間像を形成する第2結像光学系と、第2中間像から前記感光基板上に結像する第3結像光学系より構成し、第1又は第2中間像の近傍にビームスプリッターを設けることにより、ビームスプリッターの小型化による結像性能改善と投影光学系全体の肉厚の低減化を達成している。

【0049】また前記第2結像光学系は凹面反射鏡と負の屈折力のレンズ系を含んだ略等倍結像系の構成とすることで、前記第1及び第3結像光学系で生じる色収差を含んだ収差を実質的に良好に補正して、マスクの投影像を感光基板上に所定投影倍率で走査露光することを容易にしている。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】 本発明の実施形態2の要部概略図

【図3】 本発明の実施形態3の要部概略図

【図4】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

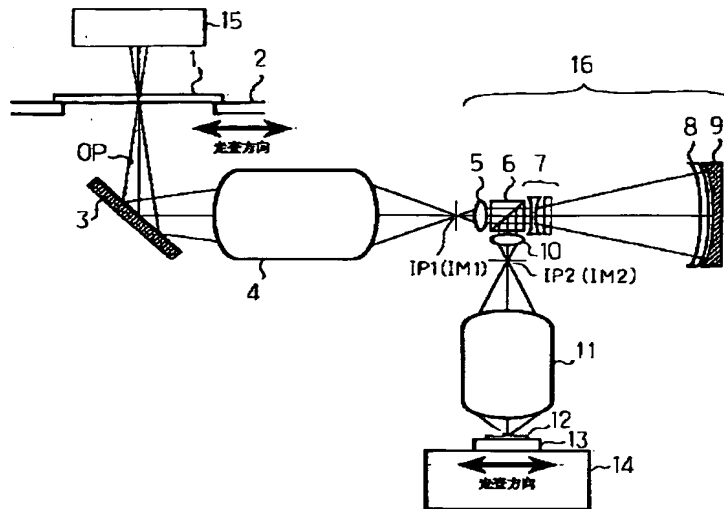
【図5】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図6】 従来の走査露光装置の要部概略図

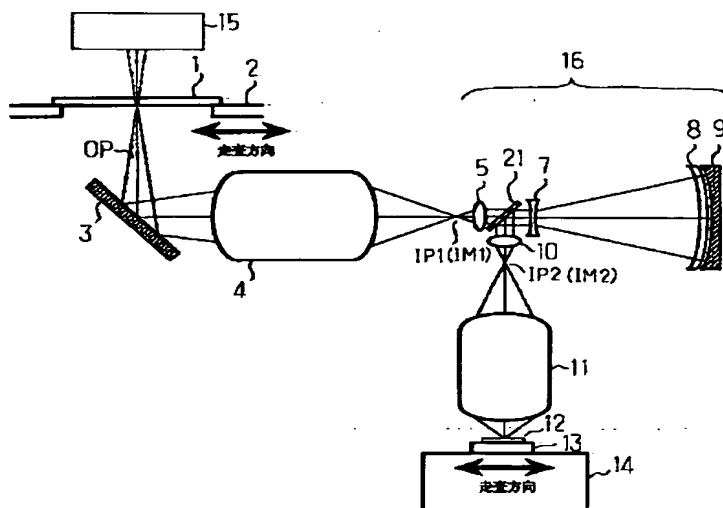
【符号の説明】

- 1 マスク
- 2 マスクステージ
- 3 ミラー
- 4 第1結像光学系
- 5 レンズ系
- 6, 21, 32 光束分割素子
- 7 偏光板,  $\lambda/4$ 板を含んだ光学系
- 8 レンズ系
- 9 凹面鏡
- 10 レンズ系
- 11 第3結像光学系
- 12 感光基板(ウエハ)
- 13 感光基板保持具
- 14 感光基板ステージ
- 15 照明系
- 16 第2結像光学系
- 31, 33, 34 レンズ系

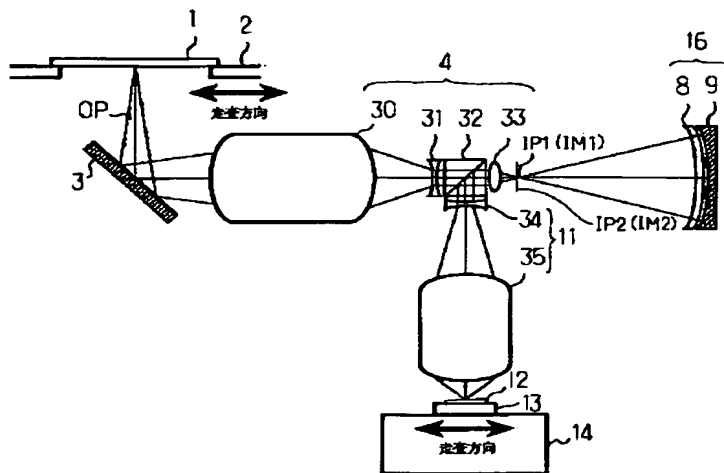
【図1】



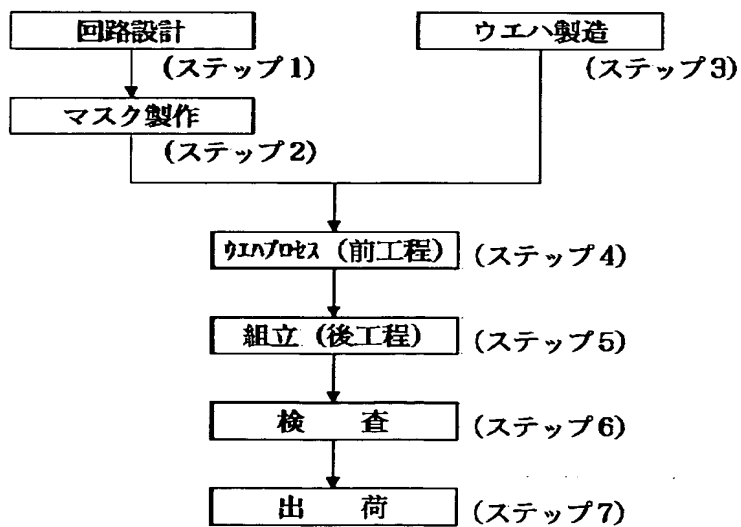
【図2】



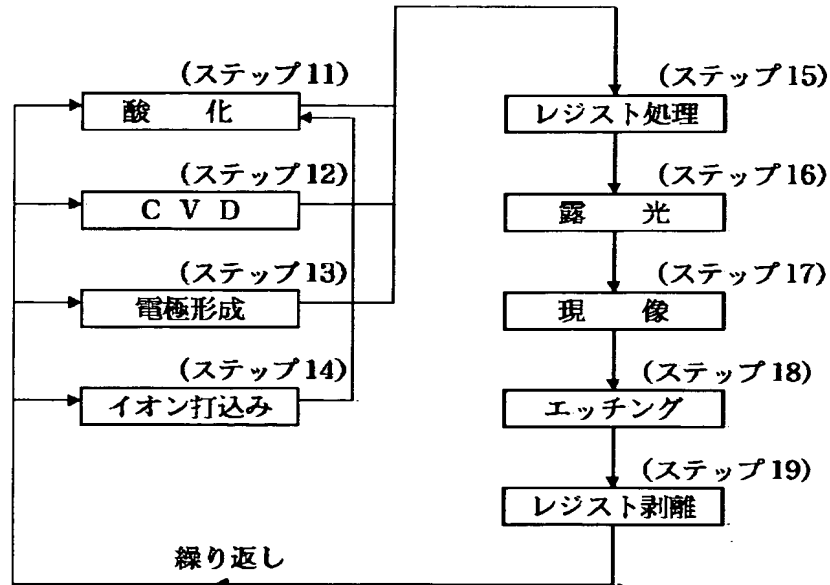
【図 3】



【図 4】



【図5】



【図6】

